

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2001-511497

(P2001-511497A)

(43) 公表日 平成13年8月14日 (2001.8.14)

(51) Int.Cl.⁷

F 03 D 7/02
7/04

識別記号

F I

F 03 D 7/02
7/04

テーマト⁷ (参考)

3 H 078

B

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2000-504369 (P2000-504369)
(86) (22) 出願日 平成10年6月20日 (1998.6.20)
(85) 翻訳文提出日 平成12年1月24日 (2000.1.24)
(86) 國際出願番号 PCT/EP98/03776
(87) 國際公開番号 WO99/05414
(87) 國際公開日 平成11年2月4日 (1999.2.4)
(31) 優先権主張番号 19731918.1
(32) 優先日 平成9年7月25日 (1997.7.25)
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)
(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AU, BR, CA, JP, MX, NO, NZ, TR, US

(71) 出願人 ヴォッペン、アロイス
ドイツ連邦共和国 D-26607 アオリッヒ
アルゲシュトラーセ 19
(72) 発明者 ヴォッペン、アロイス
ドイツ連邦共和国 D-26607 アオリッヒ
アルゲシュトラーセ 19
(74) 代理人 弁理士 加藤 朝道 (外2名)
F ターム (参考) 3H078 AA02 AA26 BB04 BB07 BB11
BB12 BB19 CC03 CC12 CC22
CC47 CC52 CC57 CC68 CC72

(54) 【発明の名称】 風力エネルギー利用装置

(57) 【要約】

【課題】

本発明は、風の流動エネルギーを機械的エネルギーに変換するための少なくとも1つのロータブレードを有するロータと、少なくとも1つのロータブレードを個々に調整する調整装置と、ロータの機械的エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機と、ロータの機械的エネルギーを発電機に伝達するためのロータと発電機との間の作用結合部とを有する風力エネルギー利用装置に関する。本発明の課題は、上述の問題を回避し、ロータ面の部分範囲の風速の局部的で一時的なピークにもとづき現れ得る負荷を減少する形式の風力エネルギー利用装置を提供することにある。

【解決手段】

この課題は、本発明にもとづき、冒頭に述べた種類の風力エネルギー利用装置に、風力エネルギー利用装置の一部の瞬間的負荷を求める測定手段を設け、瞬間的負荷について少なくとも1つのロータブレードの望ましい位置を求め、調整装置によってロータブレードを対応して調整する制御手段を設け、調整装置および測定手段を制御手段

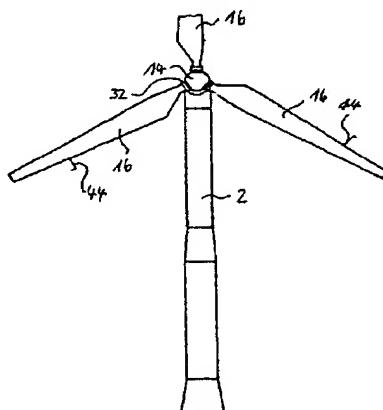


Fig. 2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 風の流動エネルギーを機械的エネルギーに変換するための少なくとも1つのロータブレード(16)を有するロータ(18)と、少なくとも1つのロータブレード(16)を個々に調整する調整装置(34, 36)と、
ロータ(18)の機械的エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機と、
ロータ(18)の機械的エネルギーを発電機に伝達するためのロータ(18)と発電機との間の機能的連結部と、
を有する風力エネルギー利用装置(1)において、
風力エネルギー利用装置(1)の部分の瞬間的負荷を求める測定手段(38, 40, 44)と、
瞬間的負荷について少なくとも1つのロータブレード(16)の望ましい位置を求める、調整装置(34, 36)によってロータブレード(16)を対応して調整する制御手段(8)と、
調整装置(34, 36)および測定手段(38, 40, 44)を制御手段(8)と接続する接続手段(42, 46, 48, 50, 52)と、
を有することを特徴とする風力エネルギー利用装置。

【請求項2】 1つのロータブレード(16)または複数のロータブレード(16)の位置が、常に、風力エネルギー利用装置(1)の瞬間的負荷に適合されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項3】 ロータブレード(16)の負荷を求める測定手段(38, 40, 44)が、ロータブレード(16)における風速を求ることを特徴とする先行請求の範囲の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項4】 測定手段(38, 40, 44)が、風速を求るために風速計を有することを特徴とする請求の範囲第3項記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項5】 風速計が、ロータブレード(16)に設けてあることを特徴とする請求の範囲第4項記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項6】 測定手段(38, 40, 44)が、ロータ(18)の部分範

囲における機械的負荷を求めることを特徴とする先行請求の範囲1～5の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項7】 検定手段(38, 40, 44)が、ロータ(18)の可変の部分範囲における機械的負荷を求めることを特徴とする先行請求の範囲1～6の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項8】 検定手段(38, 40, 44)が、可変のロータブレード(16)に作用する機械的負荷を求めることを特徴とする先行請求の範囲1～7の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項9】 検定手段(38, 40, 44)が、ロータハブ(14)に作用する機械的負荷を求めることを特徴とする先行請求の範囲1～8の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項10】 先行請求の範囲1～9の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)であって、ロータ(18)を支持する頸軸(22)を有する形式のものにおいて、検定手段(38, 40, 44)が、頸軸(22)に作用する機械的負荷を求めることを特徴とする風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項11】 先行請求の範囲1～10の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)であって、ロータ(18)および発電機を直接にまたは伝動装置を介して接続する駆動シャフトを有する形式のものにおいて、検定手段(38, 40, 44)が、駆動シャフトに作用する負荷を求めることを特徴とする風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項12】 検定手段(38, 40, 44)が、ひずみゲージ(38, 40)を有することを特徴とする請求の範囲第6～11項の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項13】 検定手段(38, 40, 44)が、調整されるロータブレード(16)に対する風の流入角度を求めることを特徴とする先行請求の範囲の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項14】 検定手段(38, 40, 44)が、流入角度の測定のために、ロータブレード(16)に設置された風向計を有することを特徴とする請求の範囲第13項記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項15】 先行請求の範囲1～14の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)であって、少なくとも2つのロータブレードを有する形式のものにおいて、少なくとも1つのロータブレード(16)が、1つまたは複数の他のロータブレードとは非同期で調整されることを特徴とする風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項16】 少なくとも1つのロータブレード(16)の少なくとも1つの部分範囲が、同一のロータブレード(16)の少なくとも1つの他の可変部分とは非同期でまたは1つ若しくは複数の他のロータブレード(16)若しくはその部分とは非同期で、調整されることを特徴とする先行請求の範囲1～15の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項17】 所定の負荷について1つまたは複数のロータブレード(16)の望ましい位置は、制御手段(8)に接続された入力手段を介して設定できることを特徴とする先行請求の範囲1～16の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項18】 ロータブレード(16)を調整する調整装置(34, 36)が、調整モータ(34)と、上記モータによって駆動される調整伝動装置(36)とを有し、制御手段(8)が、該調整伝動装置(36)から、ロータブレード(16)の瞬間的位置に関する実際値を受け、調整モータ(34)を介してロータブレード(16)を調整することを特徴とする先行請求の範囲1～17の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項19】 該制御手段(8)が、測定値の検知とほぼ同時にロータブレード(16)の調整を実施することを特徴とする請求の範囲第18項記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項20】 風力エネルギー利用装置(1)が、水平軸形であることを特徴とする先行請求の範囲1～19の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)。

【請求項21】 ロータブレード(16)が、風上へ向くロータであることを特徴とする先行請求の範囲1～20の1つに記載の風力利用装置(1)。

【請求項22】 先行請求の範囲1～21の1つに記載の風力エネルギー利用装置(1)を風力エネルギー利用装置(1)の部分範囲にのみ作用する瞬間的負荷

に適合させる方法であって、

測定手段（38，40，44）によって風力エネルギー利用装置（1）の部分の瞬間的負荷を求ること、

制御手段（8）によって、瞬間的負荷について少なくとも1つのロータブレード（16）の望ましい位置を求め、ロータブレード（16）を調整装置（34，36）によって対応して調整し、接続手段（42，46，48，50，52）によって調整装置（34，36）および測定手段（38，40，44）を制御手段（8）と接続すること、

を特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、風の流動エネルギーを機械的エネルギーに変換するための少なくとも1つのロータブレードを有するロータと、少なくとも1つのロータブレードを個々に調整する調整装置と、ロータの機械的エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機と、ロータの機械的エネルギーを発電機に伝達するためのロータと発電機との間の機能的連結部とを有する風力エネルギー装置、即ち風力エネルギー利用（変換）装置に関する。

【0002】**【従来の技術及び問題点】**

この種の風力エネルギー利用装置は、先行技術に属する。即ち、例えば、Hauのドイツ専門書“Windkraftanlage”，Springer社刊，2版、1996，p52，175，222-242，269，320には、この種の風力エネルギー利用装置が示してある。この公知の風力エネルギー利用装置の場合、ロータブレード設定角度調整系によって、ロータ回転数および出力を調整できる。更に、ロータブレード設定角度調整系は、風速が大きい場合にまたは発電機モーメントが急激に消失する電源故障の場合にロータの過大回転数の防止に役立つ。何れの場合も、ロータの過大速度での回転による破損に対して風力エネルギー利用装置を保護することが問題である。

【0003】

この場合、本質的に、ブレード調整によってロータ回転数を減少する2つの方法がある。即ち、1つの方法の場合、空気力学的迎え角が減少する方向へブレード設定角度を減少し、かくして、ロータの受ける力（入力）を減少する。他方では、ロータブレード設定角度を増大するよう調整することによって臨界的な空気力学的迎え角、即ち、いわゆる失速（ストール）状態を達成することができる。後者的方式には、より短い行程（ストローク）で調整が行われるという利点があるが、ロータおよび風力エネルギー利用装置全体についての高負荷に起因して流れのブレーキダウン（A b r i s s 失速）が起きるという欠点がある。しかしな

がら、双方の調整方式は、共通して、風力エネルギー利用装置全体に作用する平均風速またはロータ限界回転数のみをブレード角度調整のスタート信号として考慮するに過ぎない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

先行技術の双方の上記方式は、ロータ径が大きい場合には特に、ロータ面にわたる風状態の分布が不均一となる恐れのあることは考慮していない。この結果として、各ロータブレードに異なる負荷が加わり、風力エネルギー利用装置の駆動ライン、即ち、ハブ、駆動シャフトおよび各軸受について非対称の負荷が生ずることになる。しかしながら、この種の異なる非対称の負荷は、所定のロータ回転数または所定の風速を越えた場合に現れるのみならず、風力エネルギー利用装置の正常の運転中にも常時現れる。従って、先行技術から既知のブレード角度調整系は、ロータ範囲内の風速変動およびこれに関連する負荷変動に応答できない。なぜならば、公知の装置の場合、ロータブレードの一様ないし均一な同期調整が行われるからである。

【0005】

より新しい装置の場合（特に、上記専門書のp238参照）、一方では、各ロータブレードの個々の電気的調整が提案されているが、この提案も、風力エネルギー利用装置に作用する平均風速を仮定して行われている。この場合、上記仮定および風速が高さとともに増大するというさらなる仮定によって、高さに伴う風速増大に交互（交番）負荷を少なくとも部分的に調整できるよう、ロータブレード設定角度の回転に関しサイクリックな固定的な修正が提案されている。このロータブレード調整技術の場合も、ロータブレードの設定角度が、一定に定められ、従って、ロータの部分範囲の風速の局部的で一時的な変化に応答できないという欠点がある。従って、この提案の場合も、ロータ面にわたって風速の局部的ピークが生じた場合、風力エネルギー利用装置の構成部材（部分）に非対称の、即ち、寿命短縮を招く負荷が現れる。

【0006】

従って、本発明の課題は、上述の問題を回避し、ロータ面の部分範囲内におい

て風速の局部的で一時的なピークにもとづき現れ得る負荷を減少する形式の風力エネルギー利用（変換）装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

この課題は、本発明にもとづき、冒頭に述べた種類の風力エネルギー利用装置において、風力エネルギー利用装置の部分の瞬間的負荷を求める測定手段を設け、瞬間的負荷について少なくとも1つのロータブレードの望ましい位置を求め、調整装置によってロータブレードを対応して調整する制御手段を設け、調整装置および測定手段を制御手段と接続する接続手段を設けることによって、解決される。

【0008】

本発明に係る風力エネルギー利用装置の場合、少なくとも1つのロータブレードを個々に調整する調整装置および制御手段によって、風力エネルギー利用装置の一部分にのみ局部的に印加され測定手段によって求めた瞬間的負荷に風力エネルギー利用装置を適合させることができる。即ち、有利なことには、ロータブレード、ハブ、軸駆動装置および使用した軸受の負荷の局部的ピークを回避できる。この結果、同じく、風力エネルギー利用装置の寿命が増大され、不測に短縮されることはない。なぜならば、風力エネルギー利用装置の部材（部品）の非対称で寿命を短縮する負荷が、十分に回避されるからである。

【0009】

更に、本発明に係る風力エネルギー利用装置の場合、ロータ面の瞬間的風速分布を最適に活用でき、従って、風力エネルギー利用装置の出力収率を増大できる。なぜならば、すべてのロータブレードが、常に、所望の、即ち、最適なブレード角度で運転され、従って、ロータブレード当たりの効率が、先行技術の風力エネルギー利用装置に比して増大するからである。

【0010】

【発明の実施の形態】

1つまたは複数のロータブレードの位置を風力エネルギー利用装置の瞬間的負荷に絶えず適合させるのが特に好ましい。かくして、確実に、風力エネルギー利用装置は、最適な作動範囲において連続的に運転され、同時に、ロータ範囲において

局部的に存在する風速ピークによって誘起される負荷ピークに対して保護される

。

【0011】

本発明の好ましい実施態様の場合、ロータブレードの局部的負荷を求める測定手段で、ロータブレードにおける風速を求める。このために、測定手段が、ロータブレードに設置した風速計を有していれば好ましい。風速計をロータブレードに直接に設けたことによって、低い風速または高い風速に応答してロータブレードの角度位置を極めて正確に制御できる。なぜならば、風力エネルギー利用装置の調整をも行う個所において、即ち、調整すべきロータブレードにおいて直接に測定を行うことによって、風速の局部的变化にロータブレード角度位置を迅速且つ正確に適合させることができるからである。

【0012】

他の好ましい実施態様は、測定手段によって、ロータ範囲の部分における機械的負荷を求ることを特徴とする。この実施態様の場合、ロータ範囲のある部分(セクション)に印加される機械的負荷を直接に求めることによって、所与のジオメトリデータ、負荷データおよび／または材料データを考慮して少なくとも1つの可変ロータブレードの所望の位置を求めるための正確な情報が制御手段に与えられる。

【0013】

この実施態様の場合、測定手段によって、可変ロータブレードに作用する機械的負荷を求めれば特に有利である。なぜならば、ロータブレードにおいて直接に負荷を求ることによって、ロータブレードにおける風速の上述の直接的測定の場合と同様、ロータ面にわたる風力パターンに関する極めて正確な情報を得ることができるのである。この場合、このような正確な情報によって、制御手段は、調整装置の特に正確な応答を制御でき、従って、ロータの部分に存在する負荷ピークを極めて迅速に消失させることができる。

【0014】

ロータブレードを受容するロータボスを有する本発明の他の実施態様は、ロータハブに作用する機械的負荷を測定する測定手段を有する。この実施態様の場合

も、変化する負荷状況にロータブレードを迅速に適合させることができる。ロータを支持する頸軸を有する実施態様およびロータおよび発電機を直接にまたは伝動装置を介して相互に結合する駆動シャフトを有する風力エネルギー利用装置についても同様である。即ち、前者の場合、測定手段によって、頸軸に作用する負荷を求め、後者の場合、測定手段によって、駆動シャフトまたは駆動シャフトの軸受または頸軸に作用する負荷を求める。上述のすべての実施態様の場合、ロータ範囲の局部的負荷状態を正確に知ることができ、従って、制御手段によって調整装置を正確に制御できる。この場合、機械的負荷を測定する測定手段が、風力エネルギー利用装置の各負荷部分に設置されたひずみゲージ（複数）を有していれば特に好ましい。即ち、ひずみゲージは、ロータブレード上、ロータブレード内部、ロータハブ上、ロータポス内部、頸軸上、頸軸内部、駆動シャフト上、駆動シャフト内部または軸受に設置できる。上述のすべての設置方式の場合、存在する機械的負荷を簡単に測定でき、従って、本発明にもとづきロータブレードを個々に調整できる。

【0015】

本発明の他の好ましい実施態様は、調整すべきロータブレードにおける風の流入角度を求める測定手段を有する。かくして、有利なことには、調整すべきロータブレードに対する風の流入方向（角度）を求めることができる。この測定値によって、制御手段は、ロータの部分範囲における風の方向変化に応答することもできる。

【0016】

特に上述の負荷測定手段と組合せて、制御手段は、ロータ面全体にわたる風の瞬間的状態に関する極めて正確な像を得る。即ち、負荷測定手段によって、制御手段は、存在する絶対的負荷を考慮でき、更に、流入角度を求める測定手段によって、一ロータブレードの実際の位置を考慮して一調整すべき角度の大きさを正確に知ることができる。即ち、有利なことには、風の状態が急速に変化する際の正確な適合が、ロータブレードにおける流入角度測定および負荷測定を組合せて行うことによって保証される。この場合、ロータブレードに設置した風向計（ないし風見バーン）によって流入角度の測定を行うのが好ましい。

【0017】

本発明の他の好ましい実施態様は、1つのロータブレードのある部分を他のロータブレードの少なくとも1つの可変部分とは非同期で調整できることを特徴とする。従って、ロータ径が大きい場合に特に、ロータの出力形成はロータブレードの外側部分に集中されるので、上記外側部分を可変に構成することによって、構造の簡単化なし経費の節減ができる。

【0018】

本発明の有利な実施態様の場合、所定の瞬間的負荷について1つまたは複数のロータブレードの望ましい位置は、制御手段に接続された入力手段を介して設定できる。かくして、本発明に係る風力エネルギー利用装置は、現場において、設置後に場合による不測の風の状態または補修後に変化した材料厚さまたは変化したロータブレード形状に適合させることができる。

【0019】

調整モータ（ないし電動機）とともに調整装置を形成する調整伝動装置からロータブレードの角度位置の実際値を取出すのが、特に有利であることが実証されている。この場合、制御手段によって、ひずみゲージ、風速計または風向計の測定値の把握と実際上同時に、調整伝動装置の実際値による調整にもとづき調整モータを使用してロータブレードの調整を行えば、特に有利である。ロータブレードの範囲における負荷変化に対するこのような瞬間的応答によって、ロータの有害な負荷または片側負荷の有効な回避が保証される。

【0020】

風力エネルギー利用装置を風力エネルギー利用装置の部分範囲にのみ作用する瞬間的負荷に適合させる方法は、測定手段によって風力エネルギー利用装置の部分の瞬間的負荷を求め、制御手段によって、瞬間的負荷について少なくとも1つのロータブレードの望ましい位置を求め、ロータブレードを調整装置によって対応して調整させ、接続手段によって調整装置および測定手段を制御手段と接続することを特徴とする。この簡単な方法によって、本発明に係る風力エネルギー利用装置の寿命および効率を有効に向上できる。

【0021】

他の有利な実施の態様を従属請求の範囲に示した。

【0022】

【実施例】

さて、添付の図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0023】

図1に、風力エネルギー利用（変換）装置1の部分断面図を示した。風力エネルギー利用装置1は、（部分的に示した）塔2上に載っている。塔2の上端には、ハウジング4がはめ込んである。ハウジング4の下方には、塔に設置された保守プラットホーム6が位置する。ハウジング4の後部（全体として図面の右側に示した）には、発電機（図示していない）および破線で示した制御装置8が設けてある。発電機は、ハウジング4の隆起10の後ろにあり、結合要素12によってロータハブ14のロータ（図示していない）にフランジ止めされている。ロータハブ14および（部分的に示した）ロータブレード16は、共働してロータ18を形成する。ロータ18のロータハブ14は、軸受20を介して頸軸22に軸支されている。頸軸22は、ロータハブ14に設けた開口24を介してロータハブ14から突出する。頸軸22は、ハウジング4内で塔側で塔2に結合されている。頸軸22は、本質的に垂直にはめ込まれる塔2から水平面に対して僅かに上方へ傾斜して突出する。頸軸22は、発電機の固定子（図示していない）に結合され、発電機の回転子およびロータハブ14の開口24を介して突出し、開口24から出た後、塔2とは反対のロータ18の側において接続部材26によって閉鎖されている。

【0024】

ロータブレード16は、更に、頸軸22の軸線に垂直に外方へ延びる。この場合、ロータブレード16は、前部ハウジング30の開口28から出ている。前部ハウジング30は、塔2に固定されたハウジング4に対して可動であり、ハブ14に固定されている。

【0025】

ロータブレード16は、フランジ結合によってロータハブ14にその縦軸線のまわりに回転自在なよう結合されている。調整モータ34は、結合フランジ32

に設置され、調整伝動装置36を介してロータブレード16を調整する。調整モータ34および調整伝動装置36は、電気結線50；46（図3参照）を介して制御装置8に接続されている。前部ハウジング30は、軸受20、結合フランジ32、調整モータ34および調整伝動装置36を含むロータハブ14を気密に囲む。前部ハウジング30は、横断面で見て本質的に半球形状を有する。

【0026】

頸軸22には、ひずみゲージ38が設けてある。ロータハブ14には、ひずみゲージ40が設けてある。ひずみゲージ38は、電気結線42を介して制御装置8に接続されている。ひずみゲージ40は、（図3に示した）電気結線48を介して制御装置8に接続されている。

【0027】

図2に、図1の風力エネルギー利用装置1のロータ側から見た部分を示した。図2に、ロータハブ14を先端に設置した塔2を示した。3つのロータブレード16が、ロータハブ14から星状に延びている。ロータブレード16は、結合フランジ32を介してロータハブ14に結合されている。判り易いよう、図1の前部ハウジング30、調整モータ34、調整伝動装置36、頸軸22、開口24および接続部材26は示していない。

【0028】

ロータブレード16には、ロータブレード16にぶつかる風の流入角度を測定するための風向計（風見バーン）44が設置してある。風向計44は、（図3に示した）電気結線52を介して制御装置8（図1）に接続されている。

【0029】

図3のブロック構成図を参照して、以下に、本発明に係る風力エネルギー利用装置の機能態様を説明する。

【0030】

風力エネルギー利用装置1の運転中、ロータ18は、頸軸22の軸線のまわりに回転する。この場合、ロータブレード16は、ロータブレード16が回転する平面、即ち、ロータ平面に対して制御装置8、調整モータ34および調整伝動装置36によって定められる角度位置を取る。ロータ平面に対するロータブレード1

6の瞬間的角度 $\alpha_{momentan}$ は、調整伝動装置 3 6 から電気結線 4 6 を介してロータブレード 1 6 の瞬間的位置の実際値として制御装置 8 に送られる。同時に、制御装置 8 には、頸軸 2 2 に固定したひずみゲージ 3 8 から結線 4 2 を介して頸軸 2 2 の瞬間的負荷に関する測定値（図 3 の“頸軸の負荷信号”）が送られる。同じく、ロータブレード 1 6 の瞬間的位置角度の伝達と同時に、制御装置 8 には、ロータハブのひずみゲージ 4 0 から結線 4 8 を介してロータハブ 1 4 の実際の負荷に関する測定値（図 3 の“ロータハブの負荷信号”）が送られる。制御装置 8 が、ひずみゲージ 3 8, 4 0 によって、ロータの片側の負荷を検知した場合、制御装置 8 は、ロータブレード 1 6 の瞬間的位置角度 $\alpha_{momentan}$ および風向計 4 4 によって求めた瞬間的流入角度 β を考慮して、対応するロータブレード 1 6 を差 $\alpha_{new} - \alpha_{momentan}$ だけ調整するため結線 5 0 を介して調整モータ 3 4 に信号 α_{new} を与える。

【0031】

制御装置 8 が、ひずみゲージ 3 8, 4 0 の測定値を連続的に受け、ロータブレード 1 6 の新規の角度の設定のため、同じく定常的に結線 5 2 を介して制御装置 8 に伝達された流入角度 β を考慮して、ほぼ瞬間に、調整モータ 3 4 に作動命令を与えることによって、ロータ範囲の負荷状態の変化とともに、オン・ラインで、ロータブレード 1 6 の位置の適合が行われ、従って、ロータ 1 8 の非対称負荷のオン・ライン補償が行われる。

【0032】

ロータハブおよび頸軸のひずみゲージによる風力エネルギー利用装置の瞬間的負荷の測定の代わりに、対応するひずみゲージによってロータブレードにおいて直接に負荷測定することも考えられる。

【0033】

更に付言するが、理想的ブレード角度を求めるために利用される各種信号（即ち、“ハブの負荷信号” 4 0, “頸軸の負荷信号” 3 8, “瞬間的角度 $\alpha_{momentan}$ ” および 4 6 および“流入角度” β ）は、一緒にまたは個々に使用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る風力エネルギー利用装置の部分断面図である。

【図2】

本発明に係る風力エネルギー利用装置の正面図である。

【図3】

本発明の好ましい実施例における可変ロータブレードの制御を示すブロック回路図である。

【図1】

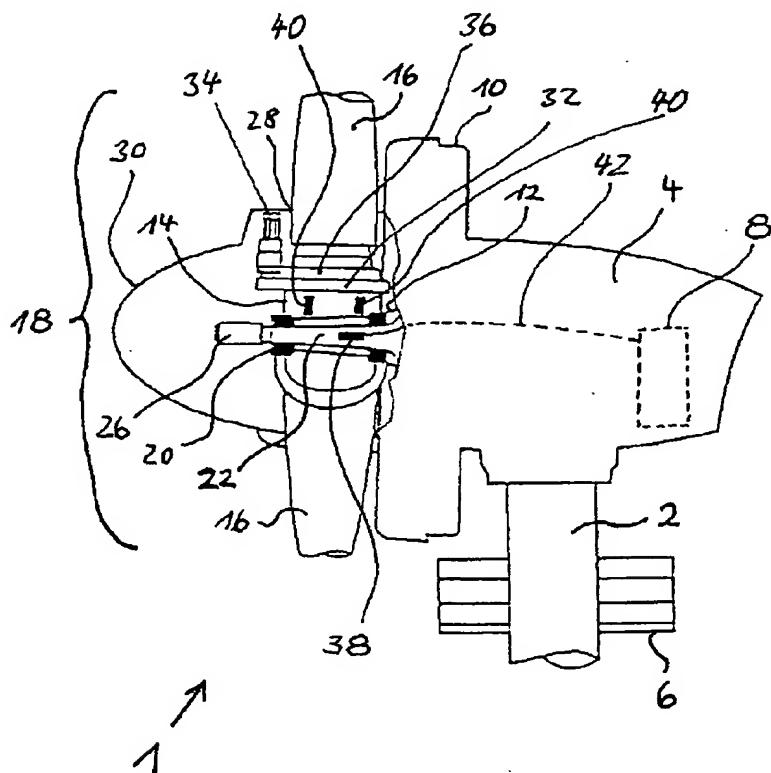


Fig. 1

【図2】

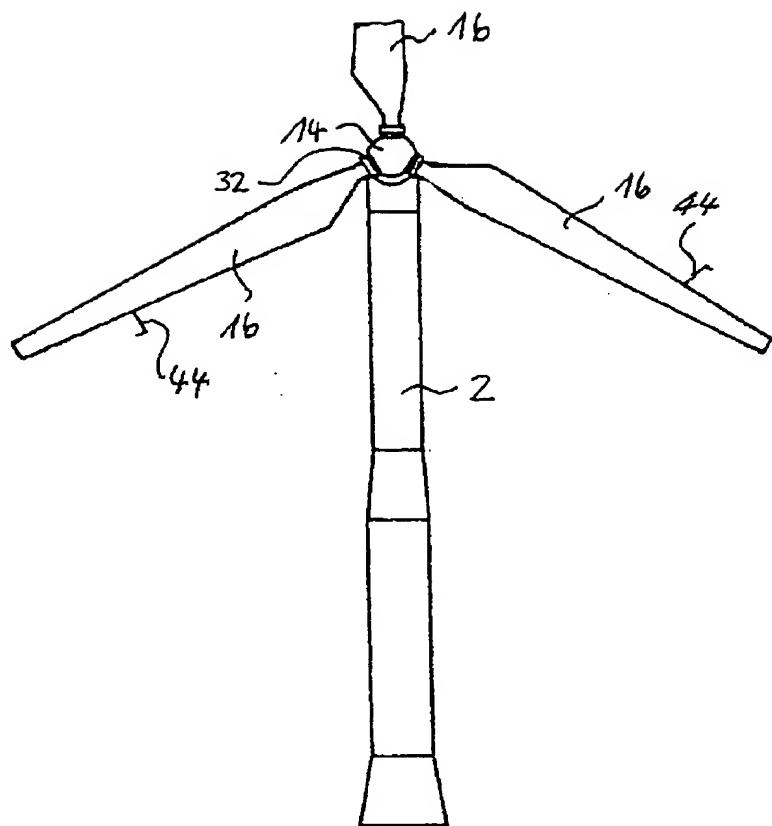
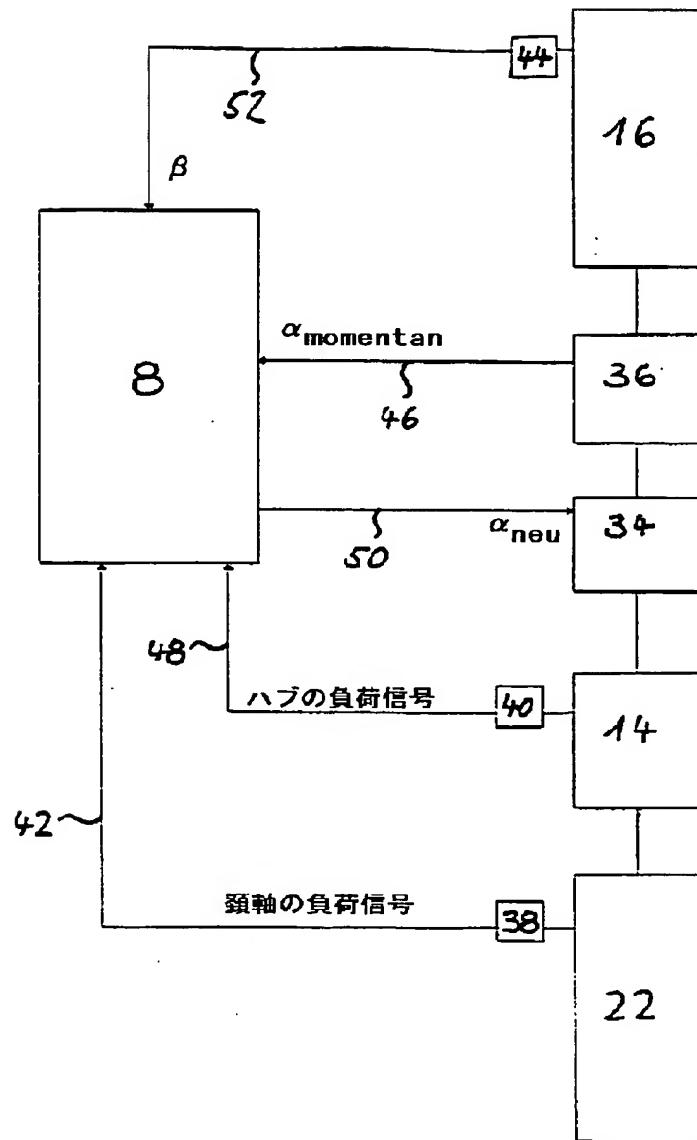


Fig. 2

【図3】



【手続補正書】特許協力条約第34条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成12年1月24日(2000.1.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】

この場合、本質的に、ブレード調整によってロータ回転数を減少する2つの方法がある。即ち、1つの方法の場合、空気力学的迎え角が減少する方向へブレード設定角度を減少し、かくして、ロータの受ける力（入力）を減少する。他方では、ロータブレード設定角度を増大するよう調整することによって臨界的な空気力学的迎え角、即ち、いわゆる、失速（ストール）状態を達成することができる。後者的方式には、より短い行程（ストローク）で調整が行われるという利点があるが、ロータおよび風力エネルギー利用装置全体についての高負荷に起因して流れのブレーキダウン（A b r i s s 失速）が起きるという欠点がある。しかしながら、双方の調整方式は、共通して、風力エネルギー利用装置全体に作用する平均風速またはロータ限界回転数のみをブレード角度調整のスタート信号として考慮するに過ぎない。

公知の風力エネルギー利用装置は、英国特許公開第2067247号に開示されている。この公報にもとづき、ロータブレードの表面にノーズプロファイルの近傍に設けた圧力センサによって、風力装置のロータ面の風力エネルギーを測定する。この公報の場合、かくして求めた測定値は、特に、90°および270°のロータ位置の測定値が等しくなるまで、風力エネルギー利用装置のロータ面を旋回するのに使用される。

他の公知の風力エネルギー利用装置は、米国特許第4297076号に記載されている。この公報に開示の風力タービンは、失速（ストール）制御式マシンである。この公知の装置の主ロータブレードは、ハブに固定され、その縦軸線内で回転できない。装置の主シャフトの主負荷は、ロータブレードの回転しないコンポ

ーネントによって形成される。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】

先行技術の周知の方式は、ロータ径が大きい場合には特に、ロータ面にわたる風状態の分布が不均一となる恐れのあることは考慮していない。この結果として、各ロータブレードに異なる負荷が加わり、風力エネルギー利用装置の駆動ライン、即ち、ハブ、駆動シャフトおよび各軸受について非対称の負荷が生ずることになる。しかしながら、この種の異なる非対称の負荷は、所定のロータ回転数または所定の風速を越えた場合に現れるのみならず、風力エネルギー利用装置の正常の運転中にも常時現れる。従って、先行技術から既知のブレード角度調整系は、ロータ範囲内の風速変動およびこれに関連する負荷変動に応答できない。なぜならば、公知の装置の場合、ロータブレードの一様ないし均一な同期調整が行われるからである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】

より新しい装置の場合（特に、上記専門書のp238参照）、一方では、各ロータブレードの個々の電気的調整が提案されているが、この提案も、風力エネルギー利用装置に作用する平均風速を仮定して行われている。この場合、上記仮定および風速が高さとともに増大するという他の仮定によって、高さに伴う風速増大に交換負荷を少なくとも部分的に調整できるよう、ロータブレード設定角度の所定のサイクリックな修正が提案される。このロータブレード調整技術の場合も、

ロータブレードの設定角度が、一定に定められ、従って、ロータの部分範囲の風速の局部的で一時的な変化に応答できないという欠点がある。従って、この提案の場合も、ロータ面にわたって風速の局部的ピークが生じた場合、風力エネルギー利用装置の構成部材の非対称の、即ち、寿命短縮を招く負荷が現れる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】

従って、本発明の課題は、上述の問題を回避し、ロータ面の部分範囲内において風速の局部的で一時的なピークにもとづき現れ得る負荷を減少する形式の風力エネルギー利用（変換）装置を提供することにある。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】

この課題は、本発明にもとづき、冒頭に述べた種類の風力エネルギー利用装置において、風力エネルギー利用装置の部分の瞬間的負荷を求める測定手段を設け、瞬間的機械的負荷について少なくとも1つのロータブレードの望ましい位置を求め、調整装置によってロータブレードを対応して調整する制御手段を設け、調整装置および測定手段を制御手段と接続する接続手段を設けることによって、解決される。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

本発明に係る風力エネルギー利用装置の場合、少なくとも1つのロータブレードを個々に調整する調整装置および制御手段によって、風力エネルギー利用装置の一部分にのみ局部的に印加され測定手段によって求めた瞬間的負荷に風力エネルギー利用装置を適合させることができる。即ち、有利なことには、ロータブレード、ハブ、軸駆動装置および使用した軸受の負荷の局部的ピークを回避できる。この結果、同じく、風力エネルギー利用装置の寿命が増大され、不測に短縮されることはない。なぜならば、風力エネルギー利用装置の部材（部品）の非対称で寿命を短縮する負荷が、十分に回避されるからである。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

更に、本発明に係る風力エネルギー利用装置の場合、ロータ面の瞬間的風速分布を最適に活用でき、従って、風力エネルギー利用装置の出力収率を増大できる。なぜならば、すべてのロータブレードが、常に、所望の、即ち、最適なブレード角度で運転され、従って、ロータブレード当たりの効率が、先行技術の風力エネルギー利用装置に比して増大するからである。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【発明の実施の形態】

1つまたは複数のロータブレードの位置を風力エネルギー利用装置の瞬間的負荷に絶えず適合させるのが特に好ましい。かくして、確実に、風力エネルギー利用装置は、最適な作動範囲において連続的に運転され、同時に、ロータ範囲において局部的に存在する風速ピークによって誘起される負荷ピークに対して保護される。

【手続補正書】特許協力条約第34条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成12年1月24日(2000.1.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 縦軸線のまわりに回転自在な少なくとも2つのロータブレード(16)を有するロータ(18)と、所望のブレード設定角度にロータブレード(16)を個々に調整する調整装置(34, 36)と、ロータ(18)と機能的に連結する発電機とを有する風力エネルギー利用装置(1)において、

ロータハブには、風力エネルギー利用装置(1)のロータブレードおよび／またはハブおよび／または他の部分の瞬間的な機械的負荷を求める測定手段(38, 40, 44)が設けてあること、

瞬間的負荷の減少のために望ましいブレード角度位置または少なくとも1つのロータブレード(16)の瞬間的ブレード角度位置の変化を求め、調整装置(34, 36)によってロータブレード(16)を1つまたは複数の他のロータブレードの角度位置とは非同期で対応して所望のブレード角度位置に調整する制御手段(8)が設けてあること、及び

該調整装置(34, 36)および該測定手段(38, 40, 44)が、該制御手段(8)に接続されていること、

を特徴とする風力エネルギー利用装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項22

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項22】 先行請求の範囲1～21の1つに記載の風力エネルギー利用装置の運転方法であって、ロータハブに設けた測定手段(38, 40, 44)に

よって風力エネルギー利用装置（1）の部分の瞬間的な機械的負荷を求め、制御手段（8）によって、瞬間的負荷の減少のために望ましいブレード角度位置または少なくとも1つのロータブレード（16）の瞬間的ブレード角度位置の変化を求め、瞬間的負荷の減少のために、対応するロータブレードを1つまたは複数の他のロータブレードとは非同期で所望のブレード角度位置に調整すること、を特徴とする方法。

【国际調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Application No.
PCT/EP 98/03776

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 F03D7/02 F03D7/04		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification systems followed by classification symbols) IPC 6 F03D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
K	GB 2 057 247 A (ERNO RAUMFAHRTTECHNIK GMBH) 22 July 1981 see page 1, line 11 - line 28 see page 1, line 58 - line 81 see page 1, line 115 - page 2, line 13 see column 2, line 26 - line 29 see page 2, line 36 - line 50 see figures	1-5, 13, 15, 17-20, 22
Y	—	6-8, 12
Y	—	9-11
Y	—	16
Y	—	21
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents:		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		
"E" earlier document published on or after the international filing date		
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 18 November 1998		Date of mailing of the international search report 24/11/1998
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Patenttaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2042, Tx. 31 651 epo nl, Fax. (+31-70) 340-3016		Authorized officer Cristiano Jimenez, F

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Appl. No.
PCT/EP 98/03776

C/(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 297 076 A (DONHAM ROBERT E ET AL) 27 October 1981 see page 1, column 1, line 66 - column 2, line 6 see column 2, line 48 - column 2, line 59 see claim 4 see figures ----- US 4 339 666 A (PATRICK JOHN P ET AL) 13 July 1982 see column 1, line 19 - line 28 see column 2, line 23 - column 3, line 6 ----- US 4 355 955 A (KISOVEC ADRIAN V) 26 October 1982 see figures 1,2 ----- DE 25 46 084 A (GOSLICH HANS DIETRICH) 21 April 1977 see figure ----- US 4 550 259 A (BERTELS AUGUSTINUS W M) 29 October 1985 see column 3, line 56 - line 56; figure 1 ----- US 4 348 155 A (BARNES PHILIP E ET AL) 7 September 1982 see column 2, line 45 - line 49 -----	6-8,12 9-11 16 21 5 1
A		
1		

Form PCT/ISA210 (continuation of search sheet 6 (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Search Application No
PCT/EP 98/03776

Patent document cited in search report	Publication date	Patient family member(s)		Publication date
GB 2067247 A	22-07-1981	DE	3000678 A	16-07-1981
		DK	526780 A	11-07-1981
		FI	803851 A	11-07-1981
		SE	8008017 A	11-07-1981
US 4297076 A	27-10-1981	NONE		
US 4339666 A	13-07-1982	AU	543413 B	18-04-1985
		AU	7883481 A	01-07-1982
		BR	8108292 A	05-10-1982
		CA	1161899 A	07-02-1984
		DE	3150824 A	05-08-1982
		DK	576981 A	25-06-1982
		FI	814151 A, B,	25-06-1982
		FR	2496774 A	25-06-1982
		GB	2089901 A, B	30-06-1982
		IN	154485 A	03-11-1984
		JP	1047630 B	16-10-1989
		JP	1571158 C	25-07-1990
		JP	57131874 A	14-08-1982
		NL	8105816 A	16-07-1982
		SE	442762 B	27-01-1986
		SE	8107659 A	25-06-1982
		ZA	8108909 A	24-11-1982
US 4355955 A	26-10-1982	NONE		
DE 2546884 A	21-04-1977	NONE		
US 4550259 A	29-10-1985	NL	8203019 A	16-02-1984
		AU	1725083 A	31-01-1985
		DK	326583 A	29-01-1984
		EP	0102657 A	14-03-1984
		JP	59041679 A	07-03-1984
US 4348155 A	07-09-1982	AR	230322 A	01-03-1984
		AU	540223 B	08-11-1984
		AU	6841281 A	24-09-1981
		BR	8101492 A	15-09-1981
		CA	1146078 A	10-05-1983

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on parent/family members		Int'l. Search Application No. PCT/EP 98/03776
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)
US 4348155 A		DE 3110263 A 25-03-1982 DK 105281 A 18-09-1981 FI 810813 A, B, 18-09-1981 FR 2478218 A 18-09-1981 GB 2071781 A, B 23-09-1981 IN 153214 A 16-06-1984 JP 1047627 B 16-10-1989 JP 1571122 C 25-07-1990 JP 57000373 A 05-01-1982 NL 8101232 A 16-10-1981 SE 446653 B 29-09-1986 SE 8101614 A 18-09-1981 ZA 8101359 A 31-03-1982

Form PCT/ISA/210 (parent/family annex) (July 1992)

【要約の続き】

と接続する接続手段を設けることによって、解決される。